

**Tesis Monográfico para optar al Título de
Ingeniero Eléctrico**

Título

**“DISEÑO, CALCULOS ELECTRICOS Y MECANICOS DE UN PROYECTO
DE ELECTRIFICACION RURAL EN LA COMUNIDAD TISEY MUNICIPIO DE
WIWILI”.**

Autores:

Br. Grethel Vanessa Brenes Vanegas 2008-23780

Br. Denis Isaac Robles Rojas 2008-23556

Tutor:

Ing. Juan González Mena

Managua, Septiembre 2016

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. Introducción	3
II. Antecedente	5
III. Planteamiento del Problema	6
IV. Justificación	7
V. Objetivos	8
5.1 Objetivo General	8
5.2 Objetivo Especifico	8
VI. Marco Teórico	9
6.1 Redes de distribución eléctrica	9
6.2 Redes de distribución de energía eléctrica según su tensión nominal	9
6.3 Redes de distribución de energía eléctrica según su ubicación geográfica	10
6.4 Redes de distribución de energía eléctrica según su tipo de construcción	11
6.5 Redes aéreas de distribución eléctrica.....	13
6.6 Diseño de redes aéreas de media tensión	16
6.6.1 Distancias de seguridad.....	16
VII. Hipótesis y Variable	19
VIII. Metodología de Trabajo	20
IX. Cálculos para el diseño de la comunidad Tisey -Wiwili.....	22
6.1 Delimitación de la zona	22
6.2 Diseño del plano preliminar	23
6.3 Levantamiento del diseño	23
6.4 Elaboración de plano.....	24
X. Cálculos eléctricos.....	27
XI. Estudio Técnico	32
XII. Evaluación Financiera.....	35
XIII. Conclusiones y recomendaciones	39
XIV. Bibliografía	40
XV. Anexos	41
A. Normas de Construcción Eléctrica (MONOFASICOS)	41

I. Introducción

El presente trabajo se encuentra enfocado en el diseño de una red de media tensión y baja tensión, montaje de transformadores, instalaciones internas para la electrificación rural de la comunidad Tisey, ubicada en el municipio de Wiwili.

El alcance del estudio pretende abarcar, tanto el diseño de planos eléctricos como el presupuesto del mismo, cálculos eléctricos y mecánicos, los cuales son requisitos para poder radicar proyectos de electrificación, cumpliendo así tanto con las Normas de construcción eléctricas en baja Tensión y Media Tensión ENEL y las Normas Dis-Norte Dis-sur.

Aunque la electrificación rural no representa un beneficio económico directo para las empresas de distribución, este tipo de obras sociales genera impacto positivo en el desarrollo de las regiones fuera del SIN (Sistema interconectado Nacional), forjando así un aumento en la calidad de vida, debido a la utilización de la energía eléctrica en procesos productivos.

El diseño consiste en llevar la energía a la comunidad el Tisey desde el punto más cercano mediante la construcción de una línea de media tensión conectados a un punto existente con un voltaje primario 14.4KV/24.9,2KV (Kilo-Voltios) y Secundario de 120/240 V (Voltios) para la distribución a las viviendas.

Por lo tanto este tipo de proyectos de electrificación implemente el uso de postes de concreto (de 35 y 40 pies de altura) para el tendido de los conductores primarios y secundarios, utilización de retenidas primarias y secundarias para el anclaje de los postes, además la instalación de transformadores.

Por lo anterior expuesto el diseño debe de cumplir con la normativa del manual de Construcción de Redes de Distribución de Media Tensión 14.4 Kv/24.9Kv de Dis Norte-Dis Sur y la norma ENEL que garanticen las condiciones mínimas de sostenibilidad de diseño.

En este marco, el estudio busca presentar, en forma simplificada, los requerimientos que deben tenerse en cuenta durante la elaboración de un estudio de electrificación rural, para un proyecto de inversión pública, apoyando así las labores de la empresa nacional de transmisión eléctrica (ENATREL).

El protocolo está dividido en una pequeña introducción que hace una breve síntesis del trabajo de tesis, lo que se pretende lograr, a continuación los antecedentes relacionados a los proyectos de electrificación rural implementados en Nicaragua.

Así como el planteamiento del problema del porque la necesidad de desarrollarlos y los objetivos del estudio.

Para finalizar la justificación del mismo y su impacto positivo en los estudiantes de pregrado, así como en la sociedad, se presenta el marco teórico haciendo referencia a la generación y distribución de la energía.

Posteriormente se presenta la metodología de trabajo a seguir para el desarrollo del trabajo de tesis sobre dicho proyecto de electrificación desde el diseño de la red de media tensión cumpliendo con las normas de construcción eléctrica vigente en el país.

II. Antecedente

En 2001, sólo el 47% de la población de Nicaragua tenía acceso a la electricidad. Los programas de electrificación desarrollados por la antigua Comisión Nacional de Energía (CNE) con recursos del Fondo para el Desarrollo de la Industria Eléctrica Nacional (FODIEN).

En 2004, la Comisión Nacional de Energía (CNE) desarrolló el Plan Nacional de Electrificación Rural (PLANER), que estableció objetivos y cifras de inversión para el período 2004-2013. .

En el 2006 el gobierno a través del Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial y el Fondo de Contravalor Suizo para la Electrificación Rural (FCOSER), han aumentado el acceso a la energía a un 55% (el 68% según el censo, que también tiene en cuenta las conexiones ilegales).

Esta política de electrificación Rural fue aprobada en septiembre de 2006 como guía principal para la implementación del PLANER. Sin embargo las fuentes de financiación para la electrificación rural son limitadas. El Fondo para el Desarrollo de la Industria Eléctrica Nacional (FODIEN) recibe sus recursos de las concesiones y licencias otorgadas por el Instituto Nicaragüense de Energía (INE).

Debido a que, los fondos no han sido suficientes, el Banco Mundial (a través del proyecto PERZA) y el gobierno suizo (a través de FCOSER) también han aportado fondos y ayuda para avanzar con los objetivos de la electrificación rural en el país.

Por lo tanto, esta cobertura todavía se encuentra entre las más bajas de la región y muy inferior al promedio del 94,6% de América Latina y el caribe. La cobertura en las áreas rurales es inferior al 40%, mientras que en áreas urbanas alcanza el 92%.

III. Planteamiento del Problema

Los proyectos de Electrificación Rural y de Localidades Aisladas generalmente se caracterizan por una alta dispersión de puntos de entrega de conexión; reducido número de conexiones; bajos consumos unitarios; reducido factor de utilización de la capacidad instalada.

El reto de la electrificación rural en los países en vías de desarrollo es acentuado por algunas Características específicas, tales como:

- Gran dispersión de los consumidores con reducida demanda.
- Concentración de la demanda en un breve periodo del día.
- Limitado poder de compra de los consumidores para el consumo de electricidad.

IV. Justificación

La normalización de las redes eléctricas es una parte fundamental en este proceso de electrificación. Se debe realizar un proyecto, basado en un diseño de redes de distribución eléctrica que cumpla con dos objetivos: brindar el servicio de energía eléctrica a las comunidades fuera del SIN.

El proyecto debe contar con un diseño de las redes eléctricas que cumpla con las normas ENEL, que permite la instalación de las redes de media tensión y baja tensión cumpliendo así mismo con la normas de la distribuidora.

El diseño también contempla la instalación de medida centralizada como método de comercialización de la energía, este tipo de medida brinda mayor seguridad al operador de red, ya que no permite la manipulación de los medidores de energía y la gestión comercial es más efectiva.

El diseño de redes eléctricas propuesto en este documento asegura el cumplimiento total de las necesidades, teniendo en cuenta una proyección a futuro del municipio, una mejora en la calidad del servicio de energía y que permita a la empresa de energía ver esta recuperación como una inversión.

Es importante destacar que este proyecto impactara positivamente en los estudiantes, docentes y personas externas que desearan conocer y adentrarse en el diseño y cálculo para electrificación rural bajo las normas de construcción en media y baja tensión, ya que es importante, tanto en el área de servicio de operación y mantenimiento como en la construcción.

La metodología que se utilizará generará recomendaciones que pueden retomarse en la implementación de otros proyectos de electrificación rural en otras comunidades.

V. Objetivos

5.1 Objetivo General

Realizar un diseño y cálculos eléctricos de un proyecto de Electrificación rural para la comunidad Tisey en el municipio de Wiwili.

5.2 Objetivo Especifico

Planificar un estudio de campo en la zona que nos permita conocer cuál es el punto más cercano para conectarse a la red eléctrica nacional con el apoyo de GPS.

Realizar un estudio de la demanda energética de la comunidad que me permita determinar cuál sería el costo de llevar la energía a cada vivienda.

Elaborar los planos eléctricos de la red de electrificación cumpliendo con las normas eléctricas de construcción ENEL y Dis-Norte, Dis-sur.

Proyectar el estudio de costo del proyecto de electrificación tanto de la red de media tensión como la red interna domiciliar.

VI. Marco Teórico

6.1 Redes de distribución eléctrica

La distribución de energía eléctrica es la parte del sistema de suministro eléctrico en la que la energía es llevada desde las subestaciones de alta tensión hasta las subestaciones de distribución o entre dos subestaciones de distribución.

En Nicaragua el proceso de distribución, según el código de instalaciones eléctricas CIEN, lo componen “todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados para transporte y transformación de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o superiores a 110 V y menores a 57,5 kV”.

6.2 Redes de distribución de energía eléctrica según su tensión nominal

➤ Redes de distribución de media tensión o primarias

Es el conjunto de equipos o elementos que se utilizan para transportar la energía eléctrica desde una subestación de distribución hasta un centro de transformación de media tensión, el cual puede pertenecer a una subestación de distribución de menor capacidad MT/MT o una subestación de distribución tipo poste MT/BT.

Se considera una red de distribución primaria cuando los niveles de tensión son de Media Tensión (MT), considerados superiores a 1000 V e inferior a 57,5 kV.

➤ Redes de distribución de baja tensión o secundarias

Es el conjunto de equipos o elementos que se utilizan para transportar la energía eléctrica a tensiones nominales menores o iguales a 1000 V. Este tipo de redes es el utilizado para llevar la energía eléctrica desde los transformadores de distribución tipo poste hasta las acometidas de los usuarios finales

6.3 Redes de distribución de energía eléctrica según su ubicación geográfica

➤ Redes de distribución urbana

Son las redes de distribución ubicadas dentro de las ciudades y/o en el sector urbano de los municipios. Las principales características de las redes de distribución urbana son las siguientes:

- a) Usuarios muy concentrados.
- b) Cargas monofásicas y trifásicas.
- c) En general se usan postes de concreto.
- d) Es necesario coordinar los trazados de la red eléctrica con las redes telefónicas, redes de acueducto, alcantarillados y otras redes, igualmente tener en cuenta los parámetros de las edificaciones.
- e) Mayor densidad de clientes industriales y comerciales.
- f) La separación entre apoyos de media y baja tensión es de máximo 50m.
- g) En caso de mantenimientos preventivos se procura realizar trabajos en tensión para no realizar cortes del servicio.

➤ Redes de distribución rural

Estas redes son las encargadas de llevar el servicio de energía eléctrica a zonas dispersas de los municipios. Las áreas rurales no cuentan con calles y no están organizados por manzanas. Por lo general se encuentran en zonas dedicadas a la agricultura y la ganadería. Las principales características de las redes de distribución rural son las siguientes:

- a) Usuarios dispersos.
 - b) Principalmente cuenta con usuarios residenciales.
 - c) Poca demanda de energía.
 - d) Promedio de distancias entre apoyos es mayor a 50m.
 - e) Dificultad para acceder a algunos tramos de las redes.
 - f) Presencia de fallas en los circuitos debido al contacto de las redes con las ramas de los árboles.
-

6.4 Redes de distribución de energía eléctrica según su tipo de construcción

➤ Redes de distribución subterráneas

Este tipo de redes consiste en instalar los conductores eléctricos debajo de las calles, ocultos a la vista, ya sea directamente o por medio de tuberías o ductos. Los conductores utilizados son aislados de acuerdo al voltaje de operación y conformados por varias capas aislantes y cubiertas protectoras.

Este tipo de redes es utilizado principalmente en ciudades donde por razones de urbanismo, estética, o condiciones de seguridad no es aconsejable o no se puede utilizar el sistema aéreo. Adicionalmente, las redes de distribución eléctrica subterránea presentan ciertas ventajas para la labor del mantenimiento y calidad del servicio en cuanto a continuidad. Algunas de estas son:

- a) La mayor parte de los daños que se presentan en redes aéreas no afectan a las redes subterráneas.
 - b) No interfieren con el aspecto de las ciudades, pues no están a la vista.
 - c) Son mucho más seguras porque no están expuestas a aves ni a humanos.
 - d) No están expuestas a vandalismo.
 - e) Se evitan realizar algunos planes de mantenimiento preventivo como poda y lavado.
 - f) Este tipo de redes también presenta unas desventajas en comparación con las redes aéreas. Algunas de estas son:
 - g) La inversión inicial es mucho mayor.
 - h) Se dificulta la localización de daños o causas de falla.
 - i) El mantenimiento es más complicado y reparaciones más demoradas.
 - j) Están expuestas a la humedad y a la acción de roedores si no se tienen las precauciones adecuadas en su construcción y/o mantenimiento.
-

➤ Redes de distribución aéreas

En este tipo de redes el conductor va soportado sobre aisladores instalados en crucetas que a su vez se encuentran en postes. En las redes aéreas también podemos encontrar el uso de torres o torrecillas que no llevan crucetas. Los conductores usados en su mayoría son desnudos y los materiales de la estructura van de acuerdo al nivel y tipo de contaminación de la zona.

Estas redes son las que encontramos normalmente en los sistemas de distribución del país. La principal razón para el uso de este tipo de redes es el costo inicial de su construcción, pero también cuenta con otras ventajas sobre las redes subterráneas. Algunas son:

- a) Son las más comunes y por lo tanto trabaja con materiales de fácil consecución.
- b) Costo inicial de construcción más bajo.
- c) Tiempos de construcción más bajos.
- d) Fácil mantenimiento.
- e) Fácil localización de fallas.
- f) Los tiempos en la reparación de daños es menor

También debemos tener en cuenta las desventajas que tiene este tipo de construcción respecto a las redes subterráneas, que en su mayoría se refieren a mantenimiento y seguridad. Algunas de estas son:

- a) Se encuentran a la vista, esto le quita estética a las ciudades.
 - b) Ofrecen menor confiabilidad debido a las diferentes situaciones a las que están expuestas.
 - c) Menor seguridad (ofrece más peligro para los transeúntes).
 - d) Requieren de mayores planes de mantenimiento preventivo para evitar fallas y cortes de energía.
 - e) Están expuestas y son de fácil acceso para el vandalismo.
-

-
- Redes de distribución de energía eléctrica según el tipo de usuarios finales

Aunque en la práctica una sola red de distribución de energía eléctrica puede llegar a todo tipo de usuarios, la finalidad a la cual el usuario destina la energía eléctrica genera diferencias en el comportamiento de la red. Los operadores de red intentarán separar estos sectores por circuitos para mejorar la gestión de los mismos. Una diferencia muy importante entre este tipo de redes son las horas pico o de mayor consumo.

Existen redes de distribución eléctrica para cargas:

- Residenciales
- Comerciales
- Industriales

6.5 Redes aéreas de distribución eléctrica

En Nicaragua, las redes aéreas para la distribución de energía eléctrica son las más utilizadas, esto debido, principalmente, al costo de construcción de redes subterráneas.

➤ Materiales

Todos los materiales usados en las instalaciones eléctricas de Nicaragua, incluyendo los utilizados para la construcción de redes de distribución eléctrica, deben tener una certificación que asegure el cumplimiento de las normas exigidas en el CIEN , norma ENEL para cada uno de los materiales.

Por ejemplo ESTRUCTURAS DE APOYO Y HERRAJES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN:

“Las redes de distribución se soportarán sobre estructuras tales como torres, torrecillas, postes de concreto en cualquiera de sus técnicas de construcción (armado o pretensado); postes de hierro, postes de madera, acrílicos u otros materiales; siempre que cumplan con los siguientes requisitos y los establecidos en el numeral 17.15 del presente anexo, que les aplique.”

Como en la mayoría de las redes se usan como apoyos los postes, salvo en casos especiales, estos son los que se tendrán en cuenta a continuación para realizar la descripción de materiales utilizados en redes aéreas:

1. **Postes:** Son la columna vertebral de las redes de distribución eléctrica, se utilizan como apoyo de los armados de media y baja tensión (Según su: resistencia, longitud y material de construcción).
 2. **Conductores:** Los conductores son los encargados del transporte de energía desde las subestaciones de distribución hasta las subestaciones tipo poste. Son el elemento más delicado de todo el conjunto en las redes de distribución ya que dependiendo del buen estado de estos así será la calidad en el servicio de energía. (ACSR o AAAC en MT y para circuitos secundarios AAC o AAAC en neutro).
 3. **Crucetas:** Son la estructura que va anclada a los postes por medio de herrajes, sobre estas se colocan los aisladores, dependiendo del tipo de estructura así será la cantidad de crucetas necesarias y el tipo de aisladores que se instalaran en estas. Su función es sostener horizontalmente las líneas y cuentan con el tamaño adecuado para dar la separación mínima adecuada a cada nivel de tensión.(Madera y Metálicas).
 4. **Aisladores:** Estos son los encargados de aislar las líneas de las estructuras o armados en cada poste. Se usan dependiendo del nivel tensión y el tipo de armado que hay en cada apoyo. Los aisladores usados en anclajes y fin de línea son diferentes a los usados en alineaciones y pequeños ángulos. (Porcelana, vidrio o polímeros).
 5. **Herrajes:** Se consideran herrajes a todas las partes metálicas presentes en cada tipo de estructura cuya función es fijar o asegurar todos los materiales usados en el poste y entre estos mismos.(Los herrajes más usados en las redes aéreas son los tornillos, pernos rosca corrida, abrazaderas y grapas de amarre).
-

-
6. Equipos de seccionamiento: Los equipos de seccionamiento en redes de distribución eléctrica sirven para establecer y/o delimitar zonas de trabajo y para proteger el sistema en caso de una falla. En distribución se usan como equipos de seccionamiento cortacircuitos, switches, interruptores y reconectores, principalmente
7. Transformadores: En los sistemas de distribución todos los transformadores son usados para reducir los niveles de tensión de la energía eléctrica en ese punto. Las relaciones de transformación de tensión más comunes en distribución son las presentadas en la siguiente Tabla.

Tensión de entrada	Tensión de salida
110 kV	34,5/13,2 kV
34,5 kV	13,2 kV
34,5 kV	440 V
13,2 kV	440 V
13,2 kV	240/120 V
7,6 kV	240/120 V

8. Armados de media tensión: Se le llama armados al conjunto de crucetas, aisladores y herrajes que se instalan en un poste. Las principales características que diferencian a los armados son la cantidad de crucetas y el tipo de aisladores (Alineación , Angulo , anclaje , de fin de línea , Angulo 90
9. Estructuras de media tensión: Las estructuras usadas en la distribución de energía varían de acuerdo a su función y de disposición de los armados en
-

el montaje. Su característica principal son los armados, los cuales la identifican, pero varían dependiendo la combinación de estos y el tipo de apoyo que utiliza. (En alineación, en Angulo, en anclaje, fin de línea en H, Mixtas.

6.6 Diseño de redes aéreas de media tensión

Para el diseño de redes aéreas de media tensión es tan importante realizar tanto cálculos eléctricos como cálculos mecánicos, ya que las redes no sólo dependen de un buen conductor o un excelente aislamiento, también lo hacen de los apoyos y demás elementos presentes en las estructuras.

Es importante destacar cada uno de los puntos clave que se deben tener en cuenta al momento de diseñar unas redes aéreas de distribución de media tensión según la normativa para el diseño de redes ENEL y Dis-norte. vigente en el año 2016.

6.6.1 Distancias de seguridad

Para el diseño de redes de distribución es necesario cumplir con las distancias de seguridad establecidas en el RETIE para cada uno de los casos que se puedan presentar dentro del alcance del diseño.

Las distancias de seguridad son los valores mínimos de separación que deben tener los conductores y partes energizadas de una estructura, con respecto a construcciones civiles y otros conductores, para cumplir con las siguientes funciones

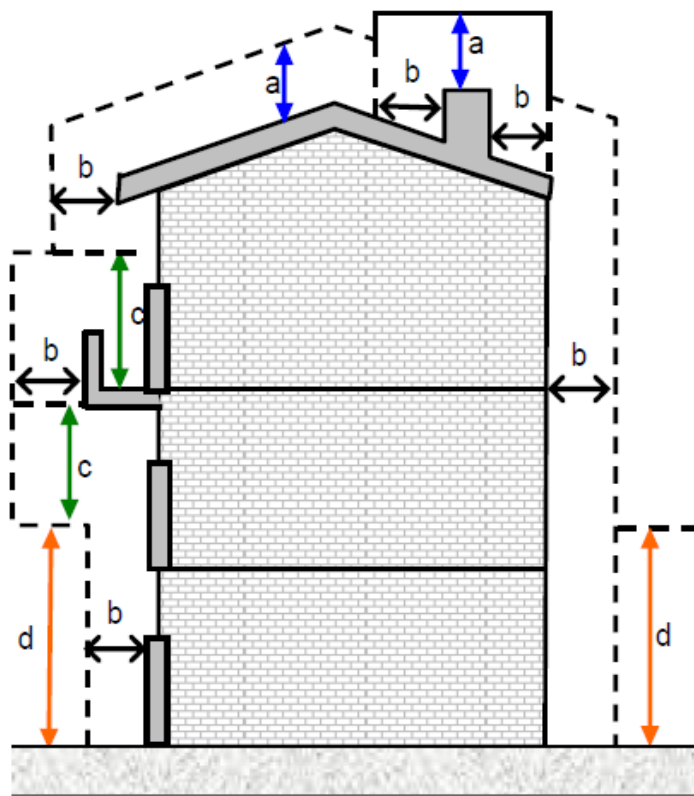
- Dificultar el contacto entre personas y circuitos o equipos energizados.
- Impedir que las redes de un distribuidor entren en contacto con ellas mismas o con redes de otro y con la propiedad pública o privada.

Todas las distancias de seguridad se deben medir desde las superficies de los conductores o elementos energizados y se deberá cumplir estas distancias tanto vertical como horizontalmente. Las distancias de seguridad se encuentran establecidas en el

RETIE y en la NTC 2050. A continuación se presentan los cuadros y tablas donde establecen estas distancias.

Distancias de seguridad en zonas con edificaciones

En zonas con edificaciones las distancias mínimas de seguridad se presentan en la Tabla y para una mejor interpretación de estas distancias se presenta la Figura.



Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación.	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal "b" a muros, proyecciones, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas.	115/110	2,8
	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura.	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular.	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

VII. Hipótesis y Variable

Hipótesis

La necesidad de una metodología teórica y práctico para el diseño, cálculos eléctricos y mecánicos de un proyecto de electrificación rural, además como parte complementaria a la formación técnica-profesional para el desarrollo de habilidades y destrezas en el área de eléctrica.

Variables

1. Pertinencia de la Información.
2. Funcionalidad de la Información.
3. Adecuación de la Información.
4. Parámetros Técnicos de Interés (Voltaje, Corriente, Normas de Construcción eléctrica.).

VIII. Metodología de Trabajo

Actualmente en Nicaragua las evaluaciones de proyectos de electrificación rural se rigen con la metodología desarrollada por el SNIP (Sistema nacional de inversiones públicas). Al ser esta metodología genérica para todos los posibles proyectos de electrificación rural, pierde claridad para las evaluaciones de pequeñas localidades aisladas.

Asimismo, si bien esta metodología permite incorporar los beneficios sociales asociados a la llegada de electrificación continua, en la práctica esta evaluación se torna compleja.

Por tal razón se hace necesaria la visita al sitio o localidad para una evaluación de la demanda y análisis de los recursos energéticos, punto de conexión más cercano de la red de media tensión.

En esta metodología se hace un análisis de los pasos a realizar en el diseño de electrificación, así como los criterios que se tienen que considerar para poder ser aplicados, contemplando las normas de construcción eléctrica en media y baja tensión.

Breve descripción de cómo realizar el diseño eléctrico en una zona rural:

1. El diseño eléctrico de una red eléctrica comienza cuando el ingeniero eléctrico visita el lugar.
 2. Teniendo en cuenta la ubicación de la comunidad se busca el punto más cercano de conexión, que para este caso será en la comunidad Tisey.
 3. Desde ahí se comienza a recorrer la trayectoria por donde se construirá la línea. Esto se realiza levantando con un GPS la trayectoria y anotando las observaciones geográficas del camino.
-

-
4. Se van anotando las casas ubicadas sobre la trayectoria de la línea construir.
 5. Teniendo esta información digital, se comienza a trazar la red con los parámetros eléctricos obtenidos en los manuales de construcción eléctrica.
 6. Se dibujan en el plano los postes de concreto de 35 pies ó de 40 pies según sea necesario. Se utilizaran retenidas en los puntos donde se forme ángulos mayores a los cinco (5) grados. Se dibuja la línea primaria (primario y neutro) o secundaria cercanas a las viviendas.
 7. Luego de tener la línea dibujada se comienza la descripción del estaqueo, que no es más que decir lo que se instalara en cada punto o poste.
 8. Adicionalmente se realizan los cálculos de caída de tensión, transformador y retenidas.
 9. Al final se realizan los presupuestos de acometidas e instalaciones eléctricas así como el presupuesto global.
-

IX. Cálculos para el diseño de la comunidad Tisey -Wiwili

En este capítulo se presentan todos los cálculos y realizados para realizar el diseño de las redes de media y baja tensión en la comunidad el Tisey.

Los cálculos se realizan con la finalidad de demostrar y asegurar que el diseño cumple con las normas establecidas en la norma ENEL y Dis-norte, Dis-sur y en el Proyecto Tipo de Redes Aéreas del SIEPAC.

6.1 Delimitación de la zona

El presente diseño se hace para la normalización de redes en la comunidad Tisey del municipio de Wiwili en el Departamento del Jinotega. Teniendo en cuenta el lugar de desarrollo del proyecto y los gráficos establecidos en el Proyecto Tipo de ENEL se pudo establecer la zona de viento.

El proyecto consiste en conectarse en el punto más cercano de la Red Nacional con una Línea de Media Tensión en un voltaje primario de 7.6/13.2 KV (Kilo-Voltios) y Secundario de 120/240 V (Voltios) a la comunidad Tisey del municipio de Wiwili del Departamento de Jinotega.

Electrificando toda la comunidad con la utilización de postes de concreto (de 35 y 40 pies de altura) para el tendido de los conductores primarios y secundarios, utilización de retenidas primarias y secundarias para el anclaje de los postes, instalación de transformadores Monofásicos de 25KVA y 37.5 KVA, además se incorporara a este proyecto las instalaciones de todas las acometidas e instalaciones internas básicas de las viviendas.

La red a construir se pretende conectarse desde una red existente de media tensión en 7.6/13.2 KV que va sobre la carretera hacia el Municipio de Quilali.

6.2 Diseño del plano preliminar

Para realizar los cálculos eléctricos es necesario conocer las distancias y potencias proyectadas a transportar, entre otros parámetros, por lo que se hace necesaria la elaboración de un plano preliminar. Para la elaboración de este plano debemos realizar el levantamiento físico y/o cartográfico del área de diseño.

6.3 Levantamiento del diseño

El primer paso para elaboración del plano es realizar el levantamiento y/o recolección de información respecto al área de diseño, que nos debe entregar como resultado los siguientes datos:

- ✓ Descripción de la finalidad con la que se está usando la vivienda.
- ✓ Nivel de tensión y número de fases de las acometidas de los usuarios.
- ✓ Ubicación y clasificación de las redes existentes según nivel de tensión. Ubicación y distancias entre postes.
- ✓ Cantidad, ubicación y códigos de las placas de identificación de transformadores, donde se conoce como CT la placa de color blanco y MT la placa de color amarillo.
- ✓ Tipo de estructura por apoyo. Alineación AL, ángulo AG, anclaje AC, etc.
- ✓ Identificación de los apoyos que tienen luminarias de alumbrado público.
- ✓ Fotos de cada poste con sus respectivos armados (**Norma ENEL o Dis-Norte** y de cualquier otro punto que se considere importante).
- ✓ Toda la información adicional que se considere relevante para el diseño. Ejemplo: arroyos, canales de aguas lluvias, etc.

Con toda esta información se procedió a la elaboración del plano existente, siguiendo las normativas establecidas por ENEL y Dis-Norte, Dis-sur.

















6.4 Elaboración de plano

Como segundo paso se procedió a elaborar el plano del proyecto de electrificación y sus nuevas redes, donde se debe establecer la ubicación de los apoyos y las distancias entre estos,

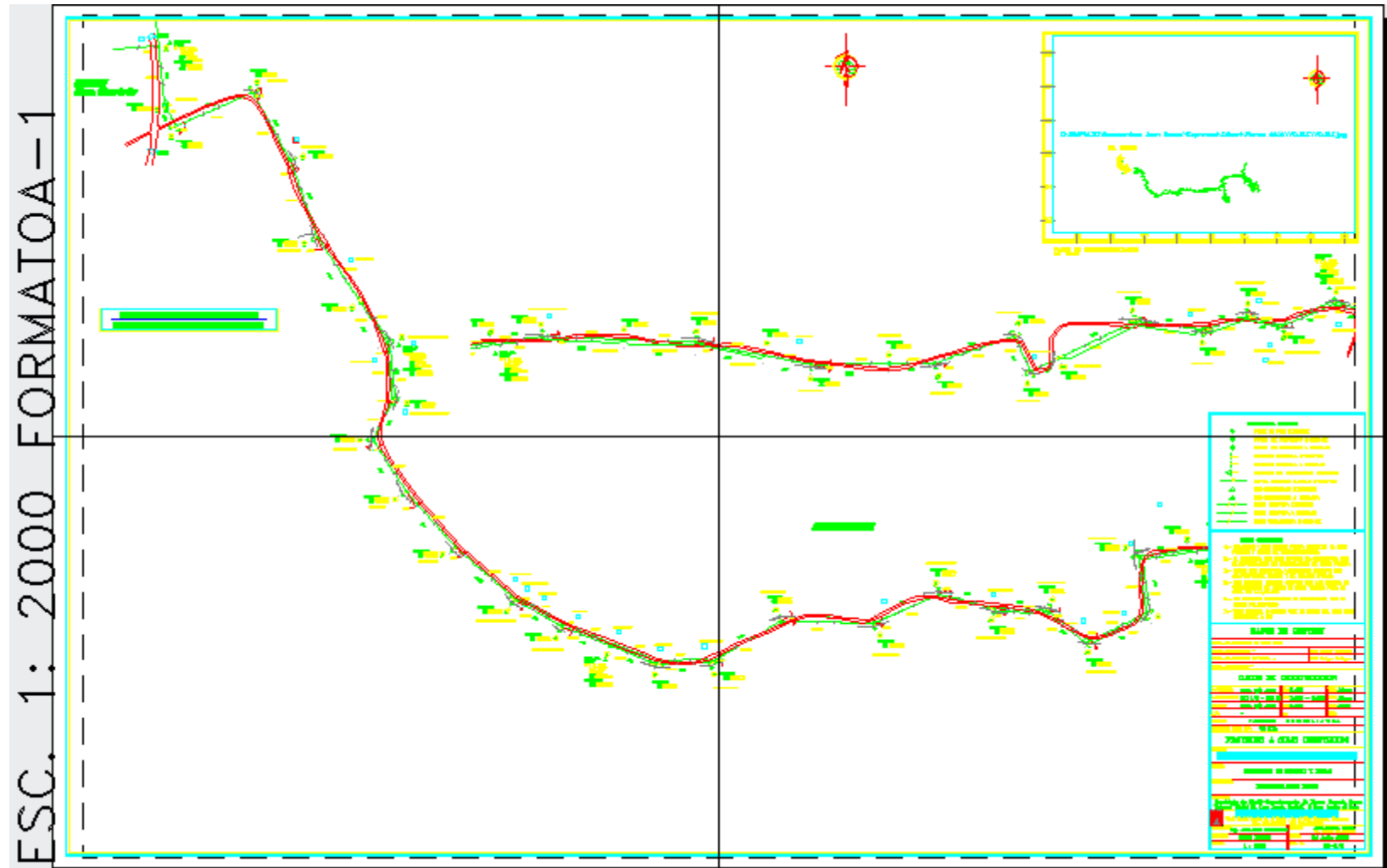
En este plano ubicaron los transformadores, postes primarios y postes secundarios, recorrido de las redes de media y baja tensión, salida de acometidas desde cada poste, se identificaron los usuarios dependiendo del transformador al que se encuentran asociados.

El siguiente diseño eléctrico se ha realizado con las normas vigentes las cuales corresponden a: **NORMAS DE CONSTRUCCIÓN PARA POSTES REDONDO DE CONCRETO 14.4 / 24.9 KV ENEL y Dis-norte, Dis-sur.**

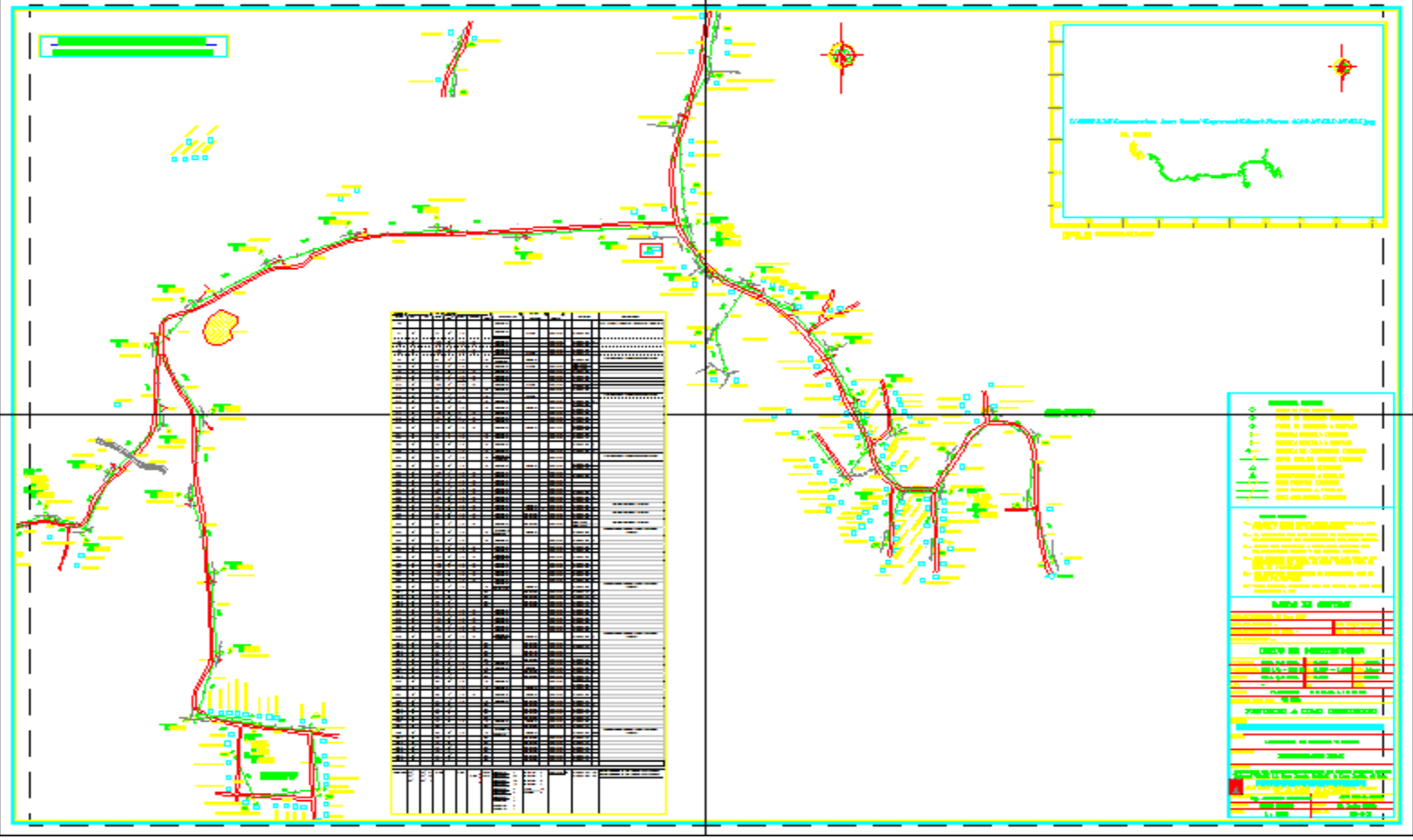
La simbología a utilizarse será la siguiente:

SIMBOLOGIA	
	POSTE DE PINO EXISTENTE
	POSTE DE PINO A INSTALAR
	POSTE DE CONCRETO EXISTENTE
	POSTE DE CONCRETO A INSTALAR
	RETENIDA SENCILLA A INSTALAR
	RETENIDA A COMPRESIÓN A INSTALAR
	RETENIDA DOBLE A INSTALAR
	BANCO DE TRANSFORMADOR EXISTENTE
	BANCO DE TRANSFORMADOR A INSTALAR (POTENCIA INDICADA)
	SECCIONADOR FUSIBLE A INSTALAR
	LINEA PRIMARIA EXISTENTE
	LINEA SECUNDARIA EXISTENTE
	L/PRIM. A CONSTRUIR (1/0 FASE-NEUTRO)
	SECUNDARIO TPLEX A INST. 1/0 ACSR
	NIVEL DE TERRENO ACENDIENDO
	NIVEL DEL TERRENO DESCENDIENDO

ELABORACION DEL PLANO DEL PROYECTO



ESC. 1: 2000 FORMATOA-1



X. Cálculos eléctricos

Los cálculos eléctricos para la red de media tensión nos van a permitir seleccionar los conductores de media y baja tensión que se usarán en el diseño. Para la selección del conductor se deben realizar dos cálculos fundamentales: Corriente nominal y regulación de tensión.

En el diseño de las redes de distribución de la comunidad el Tisey, para realizar los cálculos realizados de Retenidas, Cálculo del Centro de Transformación, estaqueo, cálculo de caída de tensión, presupuesto, evaluación financiera,...etc. se utilizó la herramienta Excel para facilitar los cálculos. Esta herramienta realiza los cálculos eléctricos de acuerdo a las normativas establecidas para la construcción de redes eléctricas de MT y BT por Dis-norte y ENEL.

Calculo de retenidas en el diseño de la red de media tensión del Tisey .

CALCULO DE RETENIDA						
HOJA DE ESPECIFICACIONES TECNICAS						
PROYECTO COMUNIDAD TISEY MUNICIPIO DE WIWILI DEPARTAMENTO DE JINOTEGA						
Condiciones Iniciales para estructuras en remate y en ángulos						
DESCRIPCION			Postes	40'	35'	30'
Numero de fases	1	Monofasico	X (m)	10.2	8.8	7.5
Calibre del conductor (fase)	1/0	ACSR	Y (m)	7.0	6.5	6.0
Calibre del conductor (neutro)	1/0	ACSR	Relación (X/Y)	1.46	1.36	1.24
Calibre del secundario (Barra abierta)	#2	ACSR	Fact/Mult (remates)			
Calibre del secundario	1/0	Triplex	Fact/Mult (ángulos)	DE ACUERDO A TABLAS.		
Temperatura ambiente (promedio)	30	C	FORMULAS			
Tensión cable retenida (Siemens Martin)	3160	kg	Tensión máxima en la línea			
Tensión de ruptura Raven	1987	kg	$Tens_{(línea)} = (No_{(fases)} * Tens_{Cond/ prim} + Tens_{neutro/sec})$			
Tensión de ruptura QUAIL	2004	kg				
Tensión de ruptura PIGEON	3000	kg				
Tensión de ruptura PENGUIN	3787	kg				
Tensión de ruptura MERLIN	3937	kg				
Tensión de ruptura Sparrow	1293	kg	Retensión necesaria			
			$retens_{(necesaria)} = Fac_{(multiplicación)} * Tens_{(línea)}$			
Tensión máxima 1/0 RAVEN	464	kg				
Tensión máxima 1/0 RAVEN	464	kg				
Tensión máxima #2 SPARROW	330	kg				
Tensión máxima 3/0 ACSR (Triplex)	830	kg				
Tensión máxima 1/0 ACSR (Triplex)	559	kg	$\#_{(retenidas)} = \frac{retens_{(necesaria)}}{tension_{(siemens-martin)}}$			
Tensión máxima #2 ACSR (Triplex)	362	kg				

CALCULO DE RETENIDA											
PROYECTO COMUNIDAD TISEY MUNICIPIO DE WIWILI DEPARTAMENTO DE JINOTEGA											
PUNTO	POST	Est. Primaria	Est. Secund.	Angulo	Remat	Fc d. Mult.	Tens(línea) (kg)	Retens(nesesaria) (kg)	# Retenidas	Retenidas Requeridas	ESTRUCTURA
P1	35'	MT-604 /C		12°		0.31	928	288	0.12	1.00	
P2	35'	MT-601 /C		39°		1.03	928	956	0.30	1.00	
P3	35'	MT-603 /C		27°		0.73	928	677	0.21	1.00	HA-100 b/c
P4	35'	MT-601 /C		18°		0.47	928	436	0.14	1.00	
P5	35'	MT-601 /C		0°		1.50	928	1392	0.44	1.00	
P6	35'	MT-603 /C		90°		1.50	928	1392	0.44	1.00	HA-100 b/c
P7	35'	MT-601 /C		36°		0.30	928	278	0.09	1.00	
P8	35'	MT-601 /C		42°		1.08	928	1002	0.32	1.00	
P10	35'	MT-602 /C		22°		0.57	928	529	0.17	1.00	HA-100 b/c
P11	35'	MT-601 /C		22°		0.57	928	529	0.17	1.00	
P12	35'	MT-601 /C		21°		0.57	928	529	0.17	1.00	
P13	35'	MT-601 /C		80°		1.50	928	1392	0.44	1.00	
P14	35'	MT-604 /C		34°		0.88	928	817	0.26	1.00	HA-100 b/c
P15	35'	MT-601 /C		25°		0.67	928	622	0.20	1.00	
P16	35'	MT-601 /C		41°		1.08	928	1002	0.32	1.00	
P17	35'	MT-603 /C		39°		1.03	928	956	0.30	1.00	HA-100 b/c

Se requiere el uso de dos transformadores: 25 KVA Y 37.5 KVA

Fp: Factor de Potencia.

CALCULO DE TRANSFORMADOR				
No. DE VIVIENDAS	Fc. DE SIMULT.	POTENC. (KVA)	TF SELEC. (KVA)	PUNTO DE UBICACION
100	0.5	24.90	25	P110
106	0.5	26.39	37.5	P124
TOTAL 206		51.2 kVA	62.5 kVA	
	Crecimiento Anual de Carga		3.00%	
	Numero de Años Proyectos		10 años	

XI. Estudio Técnico

A continuación se presentan el listado de materiales para la construcción de las instalaciones internas y las acometidas de las viviendas.

LISTADO DE MATERIALES CON SUS COSTOS UNITARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACION INTERNA Y ACOMETIDA POR VIVIENDA									
								TASA DE CAMBIO	29.5000
Breve Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Precios Unitarios US\$			VALOR CONTRATO Precios Totales US\$			
			Materiales	Mano de Obra	Transp.	Materiales	Mano de Obra	Transp.	Total General
A- ACOMETIDAS DOMICILIARES									
Conductor Duplex # 6 ACSR	mts	30	\$ 0.77	\$ 0.15	\$ 0.11	\$ 23.10	\$ 4.62	\$ 3.33	\$ 31.05
Varilla de Remate Preformada para conductor # 6 ACSR	Unid.	2	\$ 0.52	\$ 0.10	\$ 0.07	\$ 1.04	\$ 0.21	\$ 0.15	\$ 1.40
Conector Compresión tipo C con separador 2-1/0 ACSR a # 6-1/0	Unid.	2	\$ 0.36	\$ 0.07	\$ 0.05	\$ 0.72	\$ 0.14	\$ 0.10	\$ 0.97
Aislador para Acometida (porcelana)	Unid.	1	\$ 1.29	\$ 0.26	\$ 0.19	\$ 1.29	\$ 0.26	\$ 0.19	\$ 1.73
						\$ 26.15	\$ 5.23	\$ 3.77	
SUBTOTAL ACOMETIDAS									\$ 35.15
B- INSTALACIONES INTERNAS									
Panel de 2 espacios C-H o similar y accesorios, 120/240 v 70 A	Unid.	1	\$ 7.15	\$ 1.43	\$ 1.03	\$ 7.15	\$ 1.43	\$ 1.03	\$ 9.61
Breakers de 15 Amperios 1 Polo C-H o similar	Unid.	1	\$ 3.96	\$ 0.79	\$ 0.57	\$ 3.96	\$ 0.79	\$ 0.57	\$ 5.32
Varilla de Cobre Galvanizado de 5/8"x 4' para varilla polo a tierra	Unid.	1	\$ 7.81	\$ 1.56	\$ 1.12	\$ 7.81	\$ 1.56	\$ 1.12	\$ 10.50
Conector de Cobre para varilla 5/8"	Unid.	1	\$ 2.50	\$ 0.50	\$ 0.36	\$ 2.50	\$ 0.50	\$ 0.36	\$ 3.36
Tomacorriente doble, polarizado, superficial, 120 V , 15 A	Unid.	1	\$ 1.10	\$ 0.22	\$ 0.16	\$ 1.10	\$ 0.22	\$ 0.16	\$ 1.48
Apagador superficial sencillo (Ticino)	Unid.	1	\$ 0.76	\$ 0.15	\$ 0.11	\$ 0.76	\$ 0.15	\$ 0.11	\$ 1.02
Cepo plástico (Ticino / Eagle)	Unid.	1	\$ 0.81	\$ 0.16	\$ 0.12	\$ 0.81	\$ 0.16	\$ 0.12	\$ 1.09
Lampara Compacta de Alta Eficiencia 15 Watt	Unid.	1	\$ 0.92	\$ 0.18	\$ 0.13	\$ 0.92	\$ 0.18	\$ 0.13	\$ 1.24
Grapas plásticas TSJ 3x12 y 2x12	Unid.	25	\$ 0.08	\$ 0.02	\$ 0.01	\$ 2.00	\$ 0.40	\$ 0.29	\$ 2.69
Cable Triplex TSJ 3x12	Mts	4	\$ 0.80	\$ 0.16	\$ 0.12	\$ 3.20	\$ 0.64	\$ 0.46	\$ 4.30
Cable Duplex TSJ 2x12	Mts	6	\$ 0.61	\$ 0.12	\$ 0.09	\$ 3.66	\$ 0.73	\$ 0.53	\$ 4.92
Cable Duplex TSJ 2x8	Mts	3	\$ 2.41	\$ 0.48	\$ 0.35	\$ 7.23	\$ 1.45	\$ 1.04	\$ 9.72
Alambre de cobre solido forrado # 8 THHN	Mts	3	\$ 0.37	\$ 0.07	\$ 0.05	\$ 1.11	\$ 0.22	\$ 0.16	\$ 1.49
Conector Romex Ø 1/2"	Unid.	4	\$ 0.48	\$ 0.10	\$ 0.07	\$ 1.92	\$ 0.38	\$ 0.28	\$ 2.58
						\$ 44.13	\$ 8.83	\$ 6.35	
SUB TOTAL INSTALACIONES INTERNAS									\$ 59.31

Listado de materiales para la construcción de las instalaciones internas y las acometidas de las viviendas con sus costos unitarios y total del proyecto.

PROYECTO COMUNIDAD TISEY MUNICIPIO DE WIWILI DEPARTAMENTO DE JINOTEGA										
LISTADO DE MATERIALES CON SUS COSTOS UNITARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES INTERNAS Y ACOMETIDAS										
								Acometidas Domiciliares	180	
								Instalaciones Domiciliares	180	
Breve Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Precios Unitarios C\$			VALOR CONTRATO				
			Materiales	Mano de Obra	Transp.	Precios Totales C\$				
						Materiales	Mano de Obra	Transp.	Total General	
A- ACOMETIDAS DOMICILIARES										
Conductor Duplex # 6 ACSR	mts	5,400	C\$ 22.72	C\$ 4.54	C\$ 3.27	C\$ 122,661.00	C\$ 24,532.20	C\$ 17,663.18	C\$ 164,856.38	
Varilla de Remate Preformada para conductor # 6 ACSR	Unid.	360	C\$ 15.34	C\$ 3.07	C\$ 2.21	C\$ 5,522.40	C\$ 1,104.48	C\$ 795.23	C\$ 7,422.11	
Conector a Compresión tipo C con separador 2-1/0 ACSR a # 6-1/0	Unid.	360	C\$ 10.62	C\$ 2.12	C\$ 1.53	C\$ 3,823.20	C\$ 764.64	C\$ 550.54	C\$ 5,138.38	
Aislador para Acometida (porcelana)	Unid.	180	C\$ 38.06	C\$ 7.61	C\$ 5.48	C\$ 6,849.90	C\$ 1,369.98	C\$ 986.39	C\$ 9,206.27	
						C\$ 138,856.50	C\$ 27,771.30	C\$ 19,995.34		
SUBTOTAL ACOMETIDAS									C\$ 186,623.14	
B- INSTALACIONES INTERNAS										
Panel de 2 espacios C-H o similar y accesorios, 120/240 v 70 A	Unid.	180	C\$ 210.93	C\$ 42.19	C\$ 30.37	C\$ 37,966.50	C\$ 7,593.30	C\$ 5,467.18	C\$ 51,026.98	
Breakers de 15 Amperios 1 Polo C-H o similar	Unid.	180	C\$ 116.82	C\$ 23.36	C\$ 16.82	C\$ 21,027.60	C\$ 4,205.52	C\$ 3,027.97	C\$ 28,261.09	
Varilla de Cobre Galvanizado de 5/8"x 4' para varilla de polo a tierra	Unid.	180	C\$ 230.40	C\$ 46.08	C\$ 33.18	C\$ 41,471.10	C\$ 8,294.22	C\$ 5,971.84	C\$ 55,737.16	
Conector de Cobre para varilla 5/8"	Unid.	180	C\$ 73.75	C\$ 14.75	C\$ 10.62	C\$ 13,275.00	C\$ 2,655.00	C\$ 1,911.60	C\$ 17,841.60	
Tomacorriente doble, polarizado, superficial, 120 V , 15 A	Unid.	180	C\$ 32.45	C\$ 6.49	C\$ 4.67	C\$ 5,841.00	C\$ 1,168.20	C\$ 841.10	C\$ 7,850.30	
Apagador superficial sencillo (Ticino)	Unid.	180	C\$ 22.42	C\$ 4.48	C\$ 3.23	C\$ 4,035.60	C\$ 807.12	C\$ 581.13	C\$ 5,423.85	
Cepo plástico (Ticino / Eagle)	Unid.	180	C\$ 23.90	C\$ 4.78	C\$ 3.44	C\$ 4,301.10	C\$ 860.22	C\$ 619.36	C\$ 5,780.68	
Lampara Compacta de Alta Eficiencia 15 Watt	Unid.	180	C\$ 27.14	C\$ 5.43	C\$ 3.91	C\$ 4,885.20	C\$ 977.04	C\$ 703.47	C\$ 6,565.71	
Grapas plásticas TSJ 3x12 y 2x12	Unid.	4,500	C\$ 2.36	C\$ 0.47	C\$ 0.34	C\$ 10,620.00	C\$ 2,124.00	C\$ 1,529.28	C\$ 14,273.28	
Cable Triplex TSJ 3x12	Mts	720	C\$ 23.60	C\$ 4.72	C\$ 3.40	C\$ 16,992.00	C\$ 3,398.40	C\$ 2,446.85	C\$ 22,837.25	
Cable Duplex TSJ 2x12	Mts	1,080	C\$ 18.00	C\$ 3.60	C\$ 2.59	C\$ 19,434.60	C\$ 3,886.92	C\$ 2,798.58	C\$ 26,120.10	
Cable Duplex TSJ 2x8	Mts	540	C\$ 71.10	C\$ 14.22	C\$ 10.24	C\$ 38,391.30	C\$ 7,678.26	C\$ 5,528.35	C\$ 51,597.91	
Alambre de cobre solido forrado # 8 THHN	Mts	540	C\$ 10.92	C\$ 2.18	C\$ 1.57	C\$ 5,894.10	C\$ 1,178.82	C\$ 848.75	C\$ 7,921.67	
Conector Romex Ø 1/2"	Unid.	720	C\$ 14.16	C\$ 2.83	C\$ 2.04	C\$ 10,195.20	C\$ 2,039.04	C\$ 1,468.11	C\$ 13,702.35	
						C\$ 234,330.30	C\$ 46,866.06	C\$ 33,743.56		
SUB TOTAL INSTALACIONES INTERNAS									C\$ 314,939.92	
SUB TOTAL GENERAL = (INSTALACIONES INTERNAS + ACOMETIDAS); C = (A + B)									C\$ 501,563.06	
IVA; D = 15% (C)									C\$ 75,234.46	
TOTAL GENERAL; D = C + D									C\$ 576,797.52	

De la hoja de estaqueo obtenida del diseño se obtienen las cantidades de estructuras primarias y secundarias, la cantidad de postes, transformadores, retenidas, y la longitud de los conductores primarios y secundarios a ser instalados.

Listado de materiales del proyecto de electrificación del TISEY en Media y Baja tensión.

Descripción	Unidad	Cantidad
Línea Primaria (No. 1/0 ACSR)	m	7525
Conductor Neutro No. 1/0 ACSR	m	7,525
Poste de concreto de 35'	c/u	70
Transformador de 25 kva, 14,4/24,9 kv, 120/240 v	c/u	1
Transformador de 37.5 kva, 14,4/24,9 kv, 120/240 v	c/u	1
MT-601/C	c/u	49
MT-602/C	c/u	6
MT-603/C	c/u	7
MT-604/C	c/u	8
MT-605/C	c/u	1
PR2-205/C	c/u	1
PR-101/C	c/u	21
HA-100 b/C	c/u	24
Instalaciones Internas	c/u	180
Acometidas Domiciliares	c/u	180

XII. Evaluación Financiera

Presupuesto para llevar a cabo el proyecto de electrificación de la comunidad el TISEY de Wiwili , departamento de Jinotega.

[illegible]

Inversión requerida para el proyecto.

PROYECTO ELECTRIFICACION DE LA COMUNIDAD EL TISEY WIWILI		
<u>INVERSION REQUERIDA</u>	Cambio, C\$/US\$	29.5
Material	C\$ 1248,999.38	\$ 42,338.96
Mano de obra	C\$ 319,864.88	\$ 10,842.88
Transporte	C\$ 221,894.91	\$ 7,521.86
Sub Total	C\$ 1790,759.18	\$ 60,703.70
Impuesto alcaldias (1%)	C\$ 17,907.59	\$ 607.04
Impuesto IVA (15%)	C\$ 268,613.88	\$ 9,105.56
Total inversión	C\$ 2077,280.65	\$ 70,416.29
<u>ACTIVOS FIJOS</u>		
Postes de Concreto	C\$ 399,148.30	\$13,530.45
Conductores primarios y secundarios	C\$ 159,538.85	\$5,408.10
Herrajes	C\$ 32,381.82	\$1,097.69
Transformadores	C\$ 61,960.12	\$2,100.34
Instalaciones Internas	C\$ 234,330.30	\$7,943.40
<u>INGRESOS VENTA DE ENERGIA</u>		
Clientes Residenciales	180	2%
Clientes No residenciales	0	2%
Venta Kwh/Cte Resid/Año	756	7%
Venta Kwh/Cte No Resid/Año	5304	7%
<u>COMERCIALIZACION</u>		
	Resid.	No Resid.
(\$/Cte/Año)	11.0292	52.48186944
Financiamiento Bancario	39.96%	
Donación	60.04%	
Vida util (años)	20	
<u>GASTOS</u>		
Compra de Energia	\$/Kwh	0.11
Kwh a Comprar (incl pérdidas)	10%	
Gastos de Oper. Y Mant.		2%
Comercialización		100%
<u>UTILIDAD DE OPERACION</u>		
Servicio de Deuda		7%
<u>Depreciación</u>	30	2347.209771
Valor residual en el año 25	25	\$ 11,736.05
Impuesto sobre la renta (30%)	30%	
Impuesto Municipal (1%)	1%	
Tasa de descuento	12%	

Indicadores de Rentabilidad

VAN

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

B_t : Beneficio del año t del proyecto

C_t : Costo del año t del proyecto

t : Año correspondiente a la vida del proyecto, que varía entre 0 y n

0 : Año inicial del proyecto, en el cual comienza la inversión

r : Tasa social de descuento.

TIR

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

RBC

$n=0$

$$B = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

Para el análisis Financiero se utilizó la herramienta Excel ya que el uso de las formulas es Tedioso cuando evaluamos a varios años.

Criterio de Decisión de la VAN:

Cuando $VAN(i_0)^* > 0$: Señala que el proyecto es conveniente.

Cuando $VAN(i_0) < 0$: Señala que el proyecto no es atractivo.

Cuando $VAN(i_0) = 0$: Señala que el proyecto es indiferente.

Criterio de Decisión de la TIR:

Cuando $irr > i_0$: Señala que el proyecto es conveniente.

Cuando $irr < i_0$: Señala que el proyecto no es atractivo.

Cuando $irr = i_0$: Señala que el proyecto es indiferente.

Indicadores de rentabilidad del proyecto.

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO (CON FINANCIAMIENTO)						
CONCEPTO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 25
Ingresos Venta de energia		71,673.34	78,224.28	85,373.98	93,177.16	584,752.93
Kwh Vendidos Residencial		136,080.00	148,517.71	162,092.23	176,907.46	1110,220.10
Kwh Vendidos N-Residencial		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tarifa residencial T-0	US\$/Kwh	0.5267	0.5267	0.5267	0.5267	0.5267
Tarifa General Menor T-1	US\$/Kwh	0.6493	0.6493	0.6493	0.6493	0.6493
Cientes Residenciales		180	183.6	187	191	290
Cientes No residenciales		0	0	0	0	0
Venta Kwh/Cte Resid/Año		756.00	808.92	865.54	926.13	3,834.71
Venta Kwh/Cte No Resid/Año		5,304.00	5,675.28	6,072.55	6,497.63	26,903.83
Comercialización		1,985.26	2,024.96	2,065.46	2,106.77	3,193.16
Prestamo Bancario	61,967.64					
INGRESOS TOTALES	61,967.64	73,658.59	80,249.24	87,439.44	95,283.93	587,946.09
EGRESOS TOTALES	155,079.19	42,441.54	45,556.78	48,953.90	52,658.60	278,340.48
Inversión Total	155,079					
Financiamiento Bancario	61,967.64					
Donación	93,111.55					
Inversion/Usuario Resid.		861.55	844.66	828.10	811.86	535.64
IT/CR		3.3915	3.4473	3.5006	3.5513	4.1408
Gastos		21,718.84	23,278.71	24,978.32	26,830.38	141,988.31
Compra de Energia	US\$	16,632.00	18,152.16	19,811.27	21,622.02	135,693.57
Kwh a Comprar (incl pérdidas)	Kwh	151,200.00	165,019.68	180,102.48	196,563.85	1233,577.89
Gastos de Oper. Y Mant.	US\$	3,101.58	3,101.58	3,101.58	3,101.58	3,101.58
Comercialización	US\$	1,985.26	2,024.96	2,065.46	2,106.77	3,193.16
UTILIDAD DE OPERACION		51,939.75	56,970.53	62,461.12	68,453.55	445,957.78
Servicio de Deuda		8,822.80	8,822.80	8,822.80	8,822.80	
Amortización		4485.06	4799.02	5134.95	5494.40	
Intereses (Gto. Financ.)		4337.73	4023.78	3687.85	3328.40	
Saldo		57482.58	52683.56	47548.61	42054.22	
Depreciación		5169.31	5169.31	5169.31	5169.31	5169.31
UTILIDAD ANTES DEL IR		37,947.65	42,978.43	48,469.02	54,461.45	440,788.47
Impuestos		11899.90	13455.27	15152.78	17005.42	136352.16
Impuestos sobre la renta (30%)		11,163.32	12,652.78	14,278.39	16,052.58	130,472.70
Impuesto Municipal (1%)		736.59	802.49	874.39	952.84	5879.46
UTILIDAD NETA		26,047.74	29,523.15	33,316.24	37,456.03	304,436.31
Depreciación		5169.31	5169.31	5169.31	5169.31	5169.31
FLUJO DE FONDOS (sin inversión)	61,967.64	31,217.05	34,692.46	38,485.54	42,625.33	309,605.61
Valor de recuperación de Activos						11736.05
FLUJO DE FONDOS (con inversión)	-93,111.55	31,217.05	34,692.46	38,485.54	42,625.33	321,341.66
Tasa de Descuento (%)	12%					
Valor Actual Neto	VAN	\$489,651.37				
Tasa interna de Retorno	TIR	44%				
Razón Beneficio Costo	RBC	1.62				

El proyecto es rentable en un horizonte de evaluación de 25 años .

XIII. Conclusiones y recomendaciones

Con el estudio de campo en la zona permitió conocer el punto más cercano para conectarse a la red eléctrica nacional, hacia el municipio de Quilali.

Con el estudio de la demanda energética de la comunidad permitió determinar sería el costo de llevar la energía a cada vivienda, con un costo de \$ 391.20 por vivienda.

Se logró elaborar los planos eléctricos de la red de electrificación cumpliendo con las normas eléctricas de construcción ENEL y Dis-Norte, Dis-sur.

Además también que se determinó el costo de la inversión por vivienda, como también para todo el proyecto en sí.

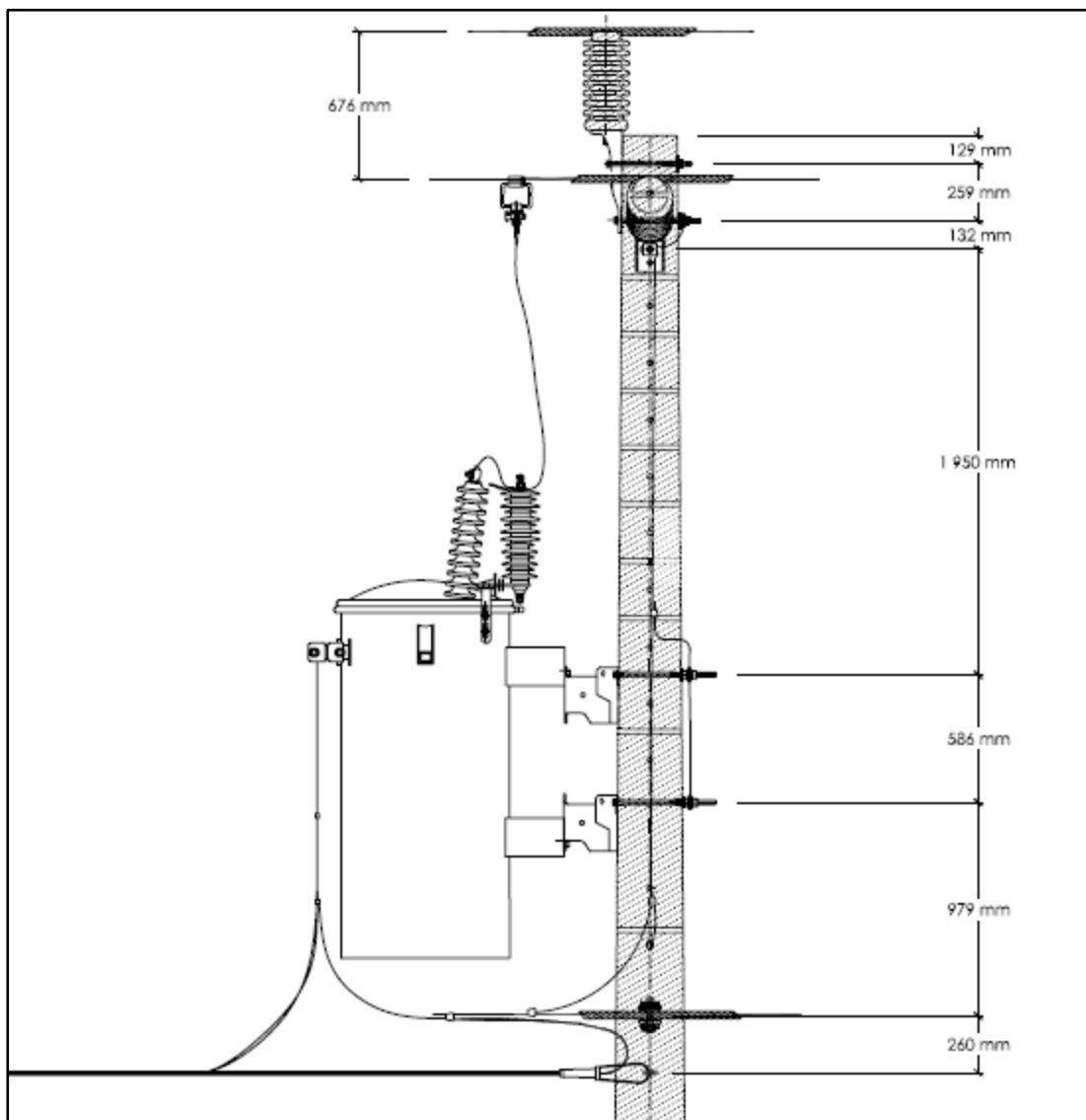
XIV. Bibliografía

1. Manual de construcciones eléctricas en Media y baja Tensión según norma ENEL.
2. Código de instalaciones eléctricas nicaragüense(CIEN).CNNE, Año 96
3. Nassir Sapag Chain . Preparación y Evaluación de Proyectos 2da Edición.
4. Roberto Hernández Sampieri. Metodología de la Investigación. Editorial, MCGRAW HILL.
5. Manual de Normas de Construcción de Media 14.4/24.9 KV y baja tensión en Poste Redondo de concreto.
6. YEBRA, Juan. Sistemas Eléctricos de Distribución [en línea]. 1º Edición. México D.F. Reverté Ediciones S.A. 2009. Disponible en internet: <<http://www.reverte.com/catalogo/img/pdfs/9788429130294.pdf>>
7. Transformadores de Potencia de medida y de Protección.
8. http://www.sinsa.com.ni/mostrar_categoria.php?cat=16
9. http://es.wikipedia.org/wiki/Sector_el%C3%A9ctrico_en_Nicaragua

XV. Anexos

A. Normas de Construcción Eléctrica (MONOFASICOS)

Puente simple conexión BT Transformador Monofásico. Tipo poste 25 KVA



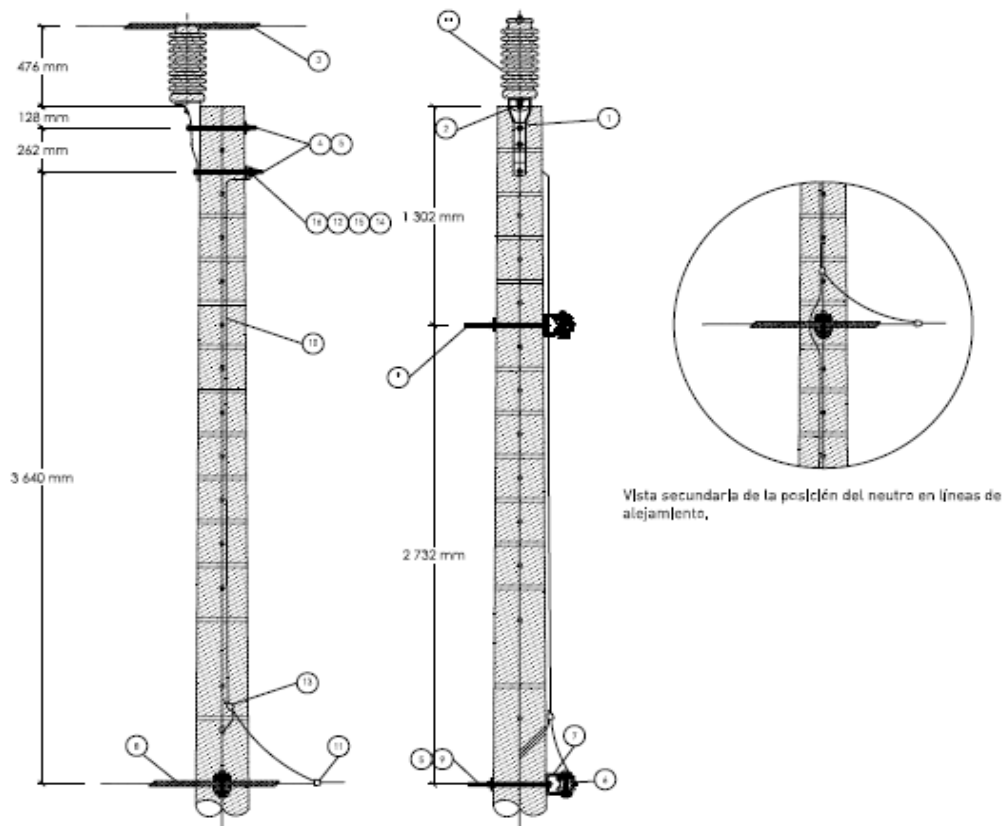
ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ALINEACIÓN Y ANGULO < 5°, ACSR 4/0 AWG 13.2KV**CODIGO DENOMINACION****4321100 ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ALINEACIÓN Y ANGULO < 5°, ACSR 4/0 AWG****MATERIALES**

<u>REF.</u>	<u>CODIGO</u>	<u>UD.</u>	<u>DENOMINACIÓN</u>
1	437006	1	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
2	437655	1	PERNO CORTO ACERO GALVANIZADO ¾" - ¾"x 3"
3	525794	1	RETENCIÓN PREFORMADA "Z" AISL.57/1-3 ACSR 4/0
4	437651	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x12"
5	441264	3	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
6	437805	1	AISLADOR PORCELANA TIPO CARRETE (ANSI C29.3)
7	437806	1	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE
8	437802	1	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" AISL.53/2 ACSR 1/0
9	437652	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x14"
10	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
11	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
12	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLO
13	699901	1	CONECTOR COMPRESIÓN #2-#2 CU
14	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
15	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
16	440944	1	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

CODIGO DENOMINACION**10301000 AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 KV****MATERIALES**

<u>REF.</u>	<u>CODIGO</u>	<u>UD.</u>	<u>DENOMINACIÓN</u>
**	436991	1	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)

Normas de Construcción Electrica



Nota: Posición del neutro en líneas de alejamiento
(no prevista instalación de transformadores).

Alisamiento según tensión y condiciones ambientales.

Normas de Construcción Eléctrica

ESCALAS:

1/35

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ALINEACIÓN Y ÁNGULO <5°
UCC04321100

UNIDADES CONSTRUCTIVAS
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2 kV

FECHA NOMBRE

Dibujado

Proyectado

Comprobado

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº PLANO
UCC

PC0432100

REV. 1

HOJA

SIGUE

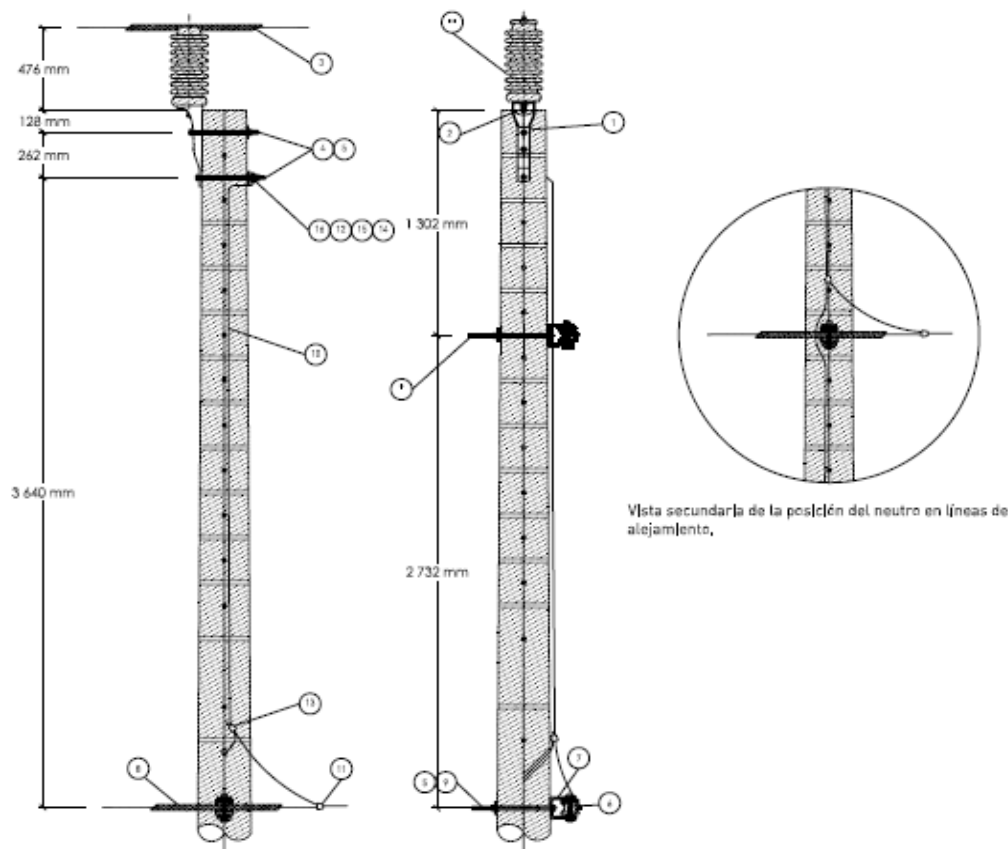
ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ALINEACIÓN Y ANGULO < 5°, ACSR 1/0 AWG 13.2KV**CODIGO DENOMINACION****4321200 ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ALINEACIÓN Y ANGULO < 5°, ACSR 1/0 AWG****MATERIALES**

<u>REF.</u>	<u>CÓDIGO</u>	<u>UD.</u>	<u>DENOMINACIÓN</u>
1	437006	1	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
2	437655	1	PERNO CORTO ACERO GALVANIZADO ¾" - ¾" x 3"
3	437707	1	RETENCIÓN PREFORMADA "Z" AISL.57/1-3 ACSR 1/0
4	437651	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x12"
5	441264	3	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
6	437805	1	AISLADOR PORCELANA TIPO CARRETE (ANSI C29.3)
7	437806	1	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE
8	437802	1	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" AISL.53/2 ACSR 1/0
9	437652	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x14"
10	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
11	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
12	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLO
13	699901	1	CONECTOR COMPRESION #2-#2 CU
14	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
15	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
16	440944	1	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

CODIGO DENOMINACION**10301000 AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 KV****MATERIALES**

<u>REF.</u>	<u>CÓDIGO</u>	<u>UD.</u>	<u>DENOMINACIÓN</u>
**	436991	1	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)

Normas de Construcción Electrica



■Nota: Posición del neutro en líneas de alejamiento
(no prevista instalación de transformadores).

■■Alejamiento según tensión y condiciones ambientales.

Normas de Construcción Eléctrica

ESCALAS:

1/35

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ALINEACIÓN Y ÁNGULO <5°
UUC04321200

UNIDADES CONSTRUCTIVAS
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2 kV

FECHA

NOMBRE

Dibujado

Proyectado

Comprobado

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº PLANO
UUC

PC04321200

REV. 1

HOJA

SIGUE